

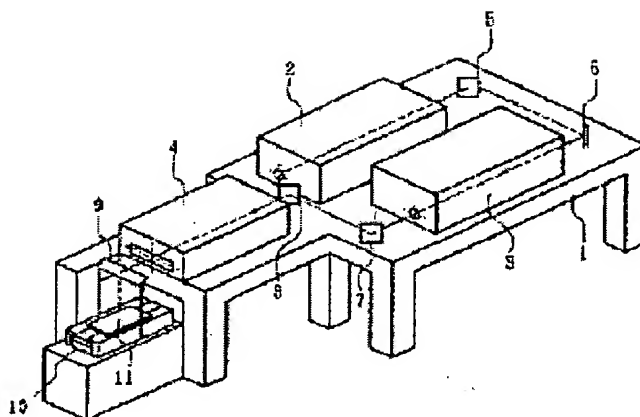
LASER IRRADIATING DEVICE

Patent number: JP8195357
Publication date: 1996-07-30
Inventor: YAMAZAKI SHUNPEI; TANAKA KOICHIRO
Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
Classification:
- international: *H01S3/00; H01L21/268; H01S3/00; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/268; H01S3/00*
- european:
Application number: JP19950021011 19950113
Priority number(s): JP19950021011 19950113

Report a data error here

Abstract of JP8195357

PURPOSE: To provide uniform effect, such as an annealing effect, of laser irradiation to semiconductor. **CONSTITUTION:** The radiation energy of an excimer laser is measured, and the excimer laser is so controlled as to radiate laser beams of constant energy. Laser beams emitted from an optical system 4 and reflected by a mirror 9 are made to irradiate a specimen 11. At this point, a beam profiler is disposed just after the mirror 9 to measure the energy of laser beams. An energy attenuator arranged between a mirror 8 and the optical system 4 is actuated and controlled so as to irradiate the specimen 11 with laser beams constant in energy basing on the measured value.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-195357

(43)公開日 平成8年(1996)7月30日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/268

Z

H 0 1 S 3/00

G

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平7-21011

(22)出願日

平成7年(1995)1月13日

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72)発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 田中 幸一郎

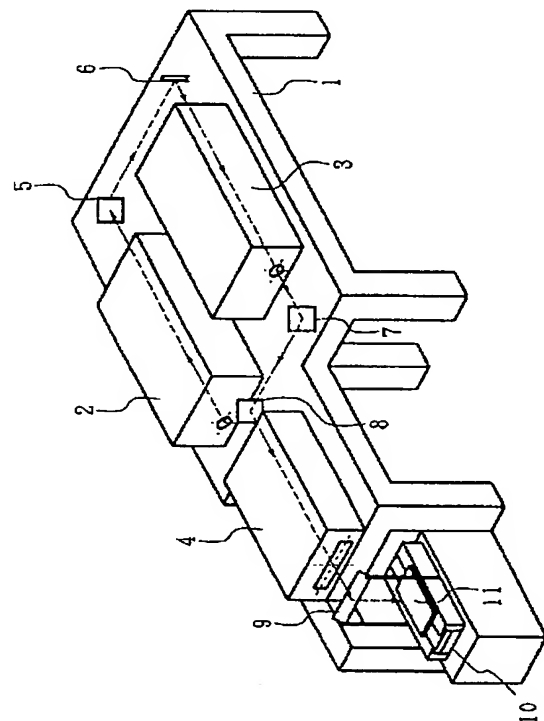
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(54)【発明の名称】 レーザー照射装置

(57)【要約】

【目的】 レーザー光の照射に従う効果、例えばレーザー光の照射に従う半導体へのアニール効果を均一なものとする。

【構成】 エキシマレーザーの照射エネルギーを測定し、常に一定のエネルギーで照射が行われるように調整する。光学系4から出て、ミラー9で反射されたレーザー光は試料11に照射される。この際、ミラー9の直後にビームプロファイラーを配置し、照射されるレーザー光のエネルギーを計測する。そして、この計測値を基にミラー8と光学系4との間に配置されたエネルギー減衰装置を作動させ、試料11に照射されるエネルギーを一定なものとなるように調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エキシマレーザーにエネルギー測定装置をつけたことを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 2】 エキシマレーザーにエネルギー減衰装置をつけたことを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載のエネルギー減衰装置のエネルギー減衰率が可変であることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 4】 エキシマレーザーにエネルギー測定装置とエネルギー減衰装置とをつけたことを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 5】 エキシマレーザーにエネルギー測定装置とエネルギー減衰率が可変であるエネルギー減衰装置とをつけたことを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載のエネルギー測定装置とエネルギー減衰装置とが連動しており、レーザーエネルギーをある一定の値に保ってレーザー照射を行えることを特徴とするレーザー照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば半導体デバイスの作製する際に使用する、レーザー装置の構成に関する。特に、本発明は、1 部もしくは全部が非晶質成分からなる半導体材料、あるいは、実質的に真性な多結晶の半導体材料、さらには、イオン照射、イオン注入、イオンドーピング等によってダメージを受け、結晶性が著しく損なわれた半導体材料に対してレーザー光を照射することによって、該半導体材料の結晶性を向上せしめ、あるいは結晶性を回復させる目的で使用するレーザー装置の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体素子プロセスの低温化に関して盛んに研究が進められている。その大きな理由は、ガラス等の絶縁基板上に半導体素子を形成する必要があるからである。その他にも素子の微小化や素子の多層化に伴う要請もある。

【0003】 半導体プロセスにおいては、半導体材料に含まれる非晶質成分もしくは非晶質半導体材料を結晶化させることや、もともと結晶性であったものの、イオンを照射したために結晶性が低下した半導体材料の結晶性を回復することや、結晶性であるのだが、より結晶性を向上させることが必要とされることがある。従来、このような目的のためには熱的なアニールが用いられていた。半導体材料として珪素を用いる場合には、600℃から1100℃の温度で0.1～48時間、もしくはそれ以上の時間のアニールをおこなうことによって、非晶質の結晶化、結晶性の回復、結晶性の向上等がなされてきた。

【0004】 このような、熱アニールは、一般に温度が高いほど処理時間は短くても良かったが、500℃以下

の温度ではほとんど効果はなかった。したがって、プロセスの低温化の観点からは、従来、熱アニールによってなされていた工程を他の手段によって置き換えることが必要とされた。

【0005】 レーザー光照射技術は究極の低温プロセスと注目されている。すなわち、レーザー光は熱アニールに匹敵する高いエネルギーを必要とされる箇所にのみ限定して与えることができ、基板全体を高い温度にさらす必要がないからである。レーザー光の照射に関しては、大きく分けて2つの方法が提案されていた。

【0006】 第1の方法はアルゴンイオン・レーザー等の連続発振レーザーを用いたものであり、スポット状のビームを半導体材料に照射する方法である。これはビーム内部でのエネルギー分布の差、およびビームの移動によって、半導体材料が溶融した後、緩やかに凝固することによって半導体材料を結晶化させる方法である。第2の方法はエキシマレーザーのごときパルス発振レーザーを用いて、大エネルギーレーザーパルスを半導体材料に照射し、半導体材料を瞬間的に溶融させ、凝固させることによって半導体材料を結晶化させる方法である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 第1の方法の問題点は処理に時間がかかることであった。これは連続発振レーザーの最大エネルギーが限られたものであるため、ビームスポットのサイズがせいぜいmm単位となったためである。これに対し、第2の方法ではレーザーの最大エネルギーは非常に大きく、したがって、数 cm^2 以上の大きなスポットを用いて、より量産性を上げることができる。しかしながら、通常用いられる正方形もしくは長方形の形状のビームでは、1枚の大きな面積の基板を処理するには、ビームを上下左右に移動させる必要があり、量産性の面で依然として改善する余地があった。

【0008】 これに関しては、ビームを線状に変形し、ビームの幅を処理すべき基板を越える長さとし、このビームを走査することによって、大きく改善できる。改善すべき問題として残されていたことはレーザー照射効果の均一性である。エキシマレーザーに代表されるガスに対して放電を行うことによってレーザー発振を行うパルス発振レーザーは、パルスごとにエネルギーがある程度変動する性質を有している。さらに、パルス発振レーザーは出力されるエネルギーによってそのエネルギーの変動の度合いが変化する特性を有している。特にレーザーが安定に発振しにくいエネルギー領域で照射を行なう場合、基板全面にわたって均一なエネルギーでレーザー処理することは困難である。

【0009】 パルス発振型のレーザーを使用するもう一つの問題点として、レーザーを長時間使用することによって、レーザー発振に必要なガスが劣化し、レーザーエネルギーが下がってゆくことが挙げられる。このことに関してはレーザーの出力を上げれば、レーザーエネルギ

一も上がるので、問題ないように思われる。しかし、実際はレーザーの出力を変えるとしばらくの間レーザーのエネルギーが安定しなくなるので、この方法はあまり好ましくない。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明では、減光フィルターで代表されるエネルギー減衰装置とビームプロファイラーで代表されるエネルギー測定装置を組み合わせ用いることによって、これらの問題を解決する。即ち、本発明は、レーザーができるだけ安定する出力でレーザー発振を行ない、さらにエネルギー減衰装置を組み合わせ用いることで、レーザー強度を被照射物に対して最適なエネルギーに調節し照射する方法に関する。

【0011】なお、本発明の場合、エネルギー減衰装置はエネルギー減衰率が連続可変であることが望ましいが、不連続可変でも良い。すなわち、本発明の概要はレーザーエネルギーを上記最適エネルギーより高く設定し、エネルギー減衰装置を使用することで上記最適エネルギーに調節する。このとき、レーザーはできるだけ安定に発振できるエネルギー領域で発振させる。そして、レーザーを長時間発振し続けるとレーザーエネルギーが低下してくる。この低下分をエネルギー減衰装置を調節することで補うのが、本発明の主旨である。即ち、最終的に低下してしまうエネルギーを最初の段階ではエネルギー減衰装置で減衰させ、レーザー光の照射を続ける段階において、徐々に減衰率を低下させていくことで、常に一定のエネルギーでレーザー光を照射することを特徴とする。であるから、エネルギー減衰装置が連続可変である方が好ましい。

【0012】

【実施例】

【実施例1】まず装置について説明する。図1には本実施例で使用するレーザーアニール装置の概念図を示す。

1がレーザーアニール装置の本体である。レーザー光は発振器2で発振される。発振器2で発振されるレーザー光は、KrFエキシマレーザー（波長248nm、パルス幅25ns）である。勿論、他のエキシマレーザーさらには他の方式のレーザーを用いることもできる。

【0013】発振器2で発振されたレーザー光は、全反射ミラー5、6を経由して増幅器3で増幅され、さらに全反射ミラー7、8を経由して光学系4に導入される。なお、図1中には示さなかったが、8と4との間にエネルギー減衰装置を挿入する。この機械の構造は図3に示す。

【0014】図3の装置は1枚のフィルターをレーザービームの進行方向に対してほぼ面を向け、その角度を変えることでエネルギー透過率を変化させる方式ものである。

【0015】光学系に入射する直前のレーザー光のビームは、 $3 \times 2 \text{ cm}^2$ 程度の長方形であるが、光学系4によ

って、長さ8～30cm、幅0～0.5mm程度の細長いビーム（線状ビーム）に加工される。この光学系4を経たレーザー光のエネルギーは最大で1000mJ/ショットである。

【0016】レーザー光をこのような細長いビームに加工するのは、加工性を向上させるためである。即ち、線状のビームは光学系4を出た後、全反射ミラー9を経て、試料11に照射されるが、ビームの幅は試料の幅よりも長いので、試料を1方向に移動させることで、試料全体に対してレーザー光を照射することができる。従って、試料のステージ及び駆動装置10は構造が簡単で保守も用意である。また、試料をセットする際の位置合わせの操作（アラインメント）も容易である。

【0017】レーザー光が照射される試料のステージ10はコンピュータにより制御されており線状のレーザー光に対してほぼ直角方向に動くよう設計されている。

【0018】光学系4の内部の光路を図2に示す。光学系4に入射したレーザー光はシリンダリカル凹レンズA、シリンダリカル凸レンズB、横方向のフライアイレンズC、Dを通過することによってレーザー光はそれまでのガウス分布型から矩形分布に変化する。さらに、シリンダリカル凸レンズE、Fを通過してミラーG（図1ではミラー9に相当）を介して、シリンダリカルレンズHによって集束され、試料に照射される。

【0019】ミラーG（図1のミラー9に相当する）はレーザーエネルギーを少し透過できるようにできており、ミラーGの後ろにビームプロファイラーを置いて、レーザーを試料に照射中でもリアルタイムでレーザーエネルギーを測定できる。線状レーザーは面積も大きいので、ビームプロファイラーを線状レーザー内でスキャンさせることでエネルギーを測定する。（図4参照）こうすることで線状レーザー内のエネルギー分布も測定できる。

【0020】これらの装置はレーザー照射中、線状レーザーのエネルギーが設定エネルギーよりもある一定の割合以上ずれてくると自動的にビームスプリッターからエネルギー減衰装置に信号がきて、レーザーエネルギーを上記設定エネルギーに直すよう設計されている。

【0021】〔実施例2〕実施例1の方法で図1記載のミラーGに透過性をもたせることは、レーザー照射のエネルギーをリアルタイムで測定できる利点を持つ反面、レーザーエネルギーを損失してしまう欠点がある。そこで本実施例では、上記欠点を解消する装置配置について述べる。ただし、本実施例の装置配置だと試料照射中にリアルタイムで線状レーザービームのエネルギーを測定することはできなくなる。

【0022】本実施例で使用する装置のレーザー照射部分を図5に示す。図5中のミラーPに図1のミラーGが対応する。ミラーPは全反射ミラーで、その下に4%反射ミラーQがある。ミラーQで折り返されたエネルギー

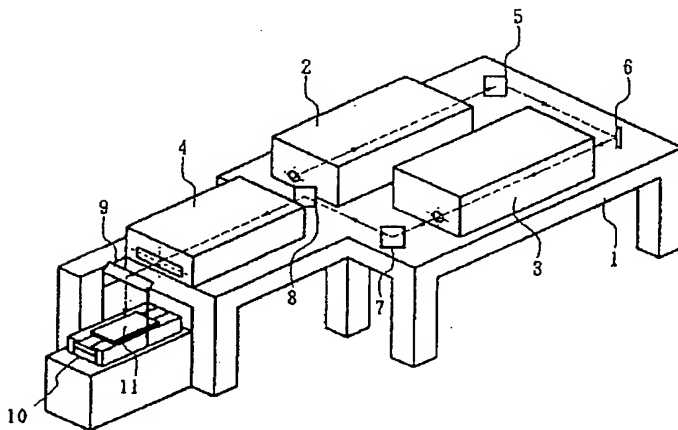
5

はビームプロファイラーRに入るようになっている。ミラーQはミラーPに比べるとサイズが小さい。というのは、ビームプロファイラーが一度に測定できる面積が小さいからである。ミラーQはビームプロファイラーRと連動していて、線状レーザーに沿って、線状レーザーよりも広い範囲でスライドできるようになっている。ミラーQとビームプロファイラーRはレーザー照射時には線状レーザーの外までスライドさせておく。ここで、もし被照射物が線状レーザーの幅にたいして狭いものであるなら、照射に影響しない線状レーザーの端のところにミラーQを置くことで、レーザー照射中もエネルギーを測定することが可能となる。

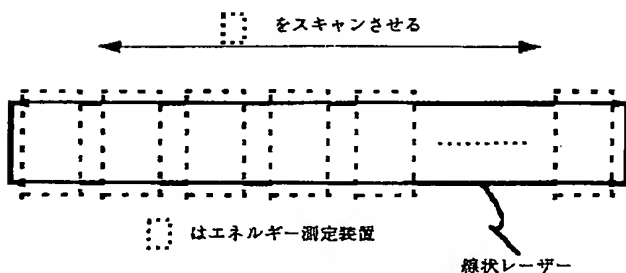
【0023】

【発明の効果】本発明のレーザー照射技術によって、レーザーエネルギーを極力一定に保ちながらレーザー処理を行うことが可能となった。この結果、レーザー処理工程の再現性が高まり、レーザー処理工程を経る製品のバラツキが著しく減ることが期待できる。本発明は特に、半導体デバイスのプロセスに利用される全てのレーザー

【図1】



【図4】



6

処理プロセスに有効に利用できる。なぜなら、上記プロセスはレーザーエネルギーのマージンが狭く、わずかなエネルギーの違いが特性に大きく影響するからである。このように本発明は工業上、有益なものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザーアニール装置の概略を示す図

【図2】 光学系を示す図

【図3】 減光フィルターを示す図

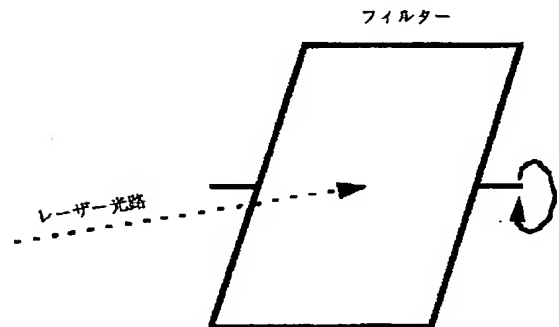
【図4】 線状レーザーのエネルギーを測定する状態を示す図

【図5】 レーザー照射装置の概略の構成を示す図

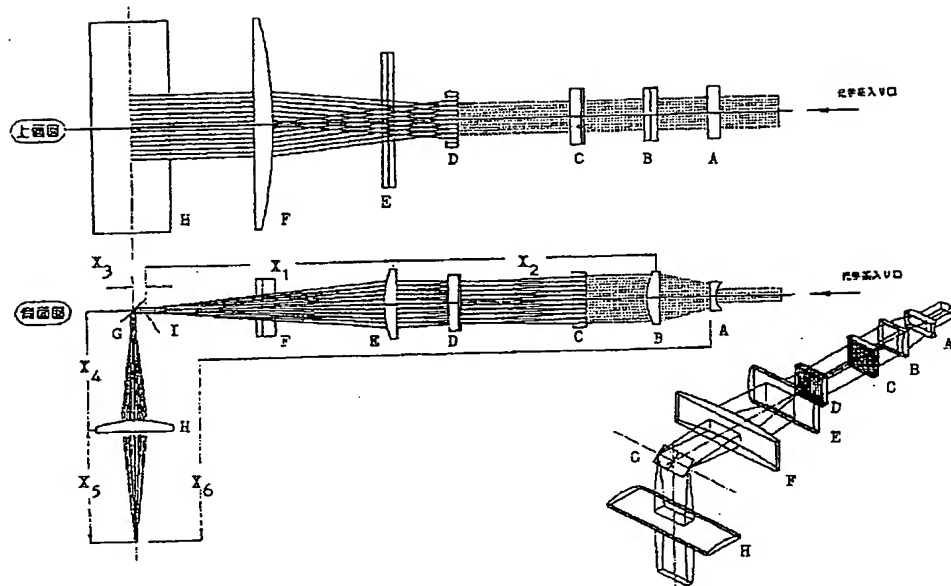
【符号の説明】

- | | |
|---------|-----------|
| 1 | レーザー照射装置 |
| 2 | レーザー光の発振器 |
| 3 | レーザー光の増幅器 |
| 4 | 光学系 |
| 5、6、8、9 | 全反射ミラー |
| 10 | ステージ |
| 11 | 試料 |

【図3】



【図 2】



【図 5】

